



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 21 974 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
F 01 N 3/20

②① Aktenzeichen: 199 21 974.5
②② Anmeldetag: 12. 5. 1999
④③ Offenlegungstag: 16. 11. 2000

DE 199 21 974 A 1

⑦① Anmelder:
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

⑦② Erfinder:
Engeler, Werner, 38527 Meine, DE; Doré, Pascal,
29399 Wahrenholz, DE; Bechmann, Olaf, 30167
Hannover, DE; Hohlstein, Günter, 38176
Wendebürg, DE; Kahmann, Gerhard, 38302
Wolfenbüttel, DE; Düsterdiek, Thorsten, 30449
Hannover, DE

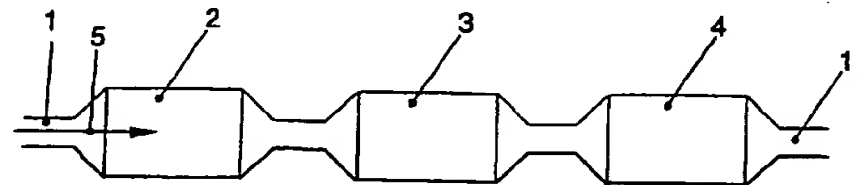
⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 195 20 604 A1
US 53 57 749

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Vorrichtung zum Reduzieren von schädlichen Bestandteilen im Abgas einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Diesel-Brennkraftmaschine

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Reduzieren von schädlichen Bestandteilen im Abgas einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Diesel-Brennkraftmaschine, mit einer Abgasleitung, in der in der Strömungsrichtung hintereinander zunächst ein Oxydationskatalysator und dann ein Partikelfilter zum Filtern von im Abgas enthaltenen Partikeln angeordnet sind. Zur Reduzierung von NO_x-Schadstoffanteilen ist in der Abgasleitung in der Strömungsrichtung hinter dem Oxydationskatalysator ein NO_x-Speicherkatalysator (4) angeordnet.



DE 199 21 974 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Im Zuge der Entwicklung von Vorrichtungen zum Reduzieren von schädlichen Bestandteilen im Abgas einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Diesel-Brennkraftmaschine, sind bereits eine Vielzahl Maßnahmen vorgeschlagen und bekannt geworden.

Zur Beseitigung von Partikeln aus dem Abgas einer Diesel-Brennkraftmaschine wird ein in der Abgasleitung eingebauter Partikelfilter verwendet. Jedoch neigt ein Partikelfilter dazu, sich mit der Zeit zuzusetzen, und er muß regeneriert werden, was durch ein Frei- bzw. Abbrennen der Partikel am Filter erfolgen kann. Dazu ist eine Abbrenntemperatur ab etwa 550°C notwendig. Diese Temperaturen werden unter normalen Betriebsbedingungen nicht erreicht.

Um das Abbrennen der Partikel bei niedrigeren Temperaturen zu ermöglichen, ist bereits vorgeschlagen worden, Additive im Abgas zu verwenden, mit denen die Zündtemperatur der Partikel gesenkt werden kann, jedoch ist eine Senkung der Zündtemperatur in den benötigten Temperaturbereich im normalen Funktionsbetrieb der Brennkraftmaschine nicht möglich. Ein weiterer Nachteil des plötzlichen Abbrennens der am Partikelfilter gesammelten Partikel führt auch zu einer starken Beanspruchung des Filtermaterials.

Es ist daher ein kontinuierliches Regenerieren des Partikelfilters durch Abbrennen wünschenswert. Hierzu ist bereits vorgeschlagen worden, dem Partikelfilter in der Abgasleitung einen Oxidationskatalysator vorzuschalten, der aus dem im Abgas enthaltenen $\text{NO} \rightarrow \text{NO}_2$ produziert, mit dem die Partikel im wesentlichen kontinuierlich oxidiert werden. Ein solches System ist unter der Bezeichnung CRT-System an sich bekannt. Ein Nachteil dieses Systems ist, das für die Regeneration des Partikelfilters verhältnismäßig große Mengen Stickoxide benötigt werden, die selbst ein Schadstoff sind und gesetzlichen Limitationen unterliegen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs angegebenen Art so auszugestalten, daß bei Gewährleistung einer kontinuierlichen Regeneration des Partikelfilters der Anteil der Stickoxide im Abgas niedrig gehalten werden kann.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist in der Abgasleitung in Strömungsrichtung hinter dem Partikelfilter ein NOx-Speicherkatalysator angeordnet, der im Funktionsbetrieb NOx adsorbiert und es im fetten Bereich der Abgaszusammensetzung reduziert. Dies kann durch eine 3-Wege-Beschichtung des NOx-Speicherkatalysators erfolgen.

Würde man den NOx-Speicherkatalysator vor den Partikelfilter anordnen, würde das System nicht erfolgreich arbeiten, weil zuwenig NOx zur Verfügung stehen würde und die für die Regeneration benötigten Oxide würden eventuell durchbrechen, da keine NOx-mindernden Maßnahmen nachgeschaltet wären.

Um Bauraum zu sparen bzw. vorhandenen Raum effektiver auszunutzen, ist es vorteilhaft, den Oxidationskatalysator und/oder NOx-Speicherkatalysator mit dem Partikelfilter zu kombinieren und insbesondere in den Partikelfilter zu integrieren. Dabei ist es vorteilhaft, den Oxidationskatalysator durch eine Oxidationskatalysator-Beschichtung auf der Einlaßseite des Partikelfilters zu bilden. Der NOx-Speicherkatalysator kann in Form einer NOx-Speicherkatalysator-Beschichtung einlaßseitig, auslaßseitig oder beidseitig des Partikelfilters ausgebildet sein. Hierbei bilden der Partikelfilter und/oder der Oxidationskatalysator einerseits und der Parti-

kelfilter und der NOx-Speicherkatalysator andererseits mehrere kombinierte oder einen integrierten Körper, die bzw. der aus einer Vielzahl perforierter Filterelemente besteht und die vom Abgas durchströmt werden.

Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von vereinfachten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Reduzierung von schädlichen Bestandteilen im Abgas einer Brennkraftmaschine;

Fig. 2 die Vorrichtung nach Fig. 1 in abgewandelter Ausgestaltung;

Fig. 3 die Vorrichtung in weiter abgewandelter Ausgestaltung;

Fig. 4 die Vorrichtung in weiter abgewandelter Ausgestaltung;

Fig. 5 die Vorrichtung in weiter abgewandelter Ausgestaltung; und

Fig. 6 eine schematische Darstellung einer Filterbeschichtung eines Filterelements für eine Variante A und eine Variante B.

In Fig. 1 ist die Abgasleitung 1 einer nicht dargestellten Brennkraftmaschine, insbesondere einer Diesel-Brennkraftmaschine, dargestellt, wobei in der Abgasleitung 1 ein Oxidationskatalysator 2, ein Partikelfilter 3 und ein NOx-Speicherkatalysator 4 in der Strömungsrichtung 5 hintereinander angeordnet sind, so daß das von der Brennkraftmaschine ausgestoßene Abgas zunächst zum Oxidationskatalysator 2, dann zum Partikelfilter 3 und dann zum NOx-Speicherkatalysator 4 strömt, bevor es die Abgasleitung 1 verläßt. Die Katalysatoren 2, 4 und der Partikelfilter 3 sind jeweils in einem Gehäuse 6, 7, 8 angeordnet, die jeweils beiderseits mit der Abgasleitung 1 verbunden sind, so daß das Abgas die Gehäuse 6, 7, 8 und die Katalysatoren 2, 4 sowie das Partikelfilter 3 im Funktionsbetrieb durchströmen können. Zwischen den Gehäusen 6, 7, 8 kann jeweils ein Abstand vorgesehen sein, der von Abschnitten der Abgasleitung 1 überbrückt wird.

Die Funktionsweise dieser Vorrichtung zum Reinigen des Abgases einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Diesel-Brennkraftmaschine, ist folgende. Im Funktionsbetrieb strömt das Abgas durch den Oxidationskatalysator 2, dann durch den Partikelfilter 3 und anschließend durch den NOx-Speicherkatalysator 4. Dabei wird im Oxidationskatalysator 2 CO und HC umgesetzt sowie NO_2 erzeugt. Im Partikelfilter 3 werden die gesammelten Partikel kontinuierlich abgebaut, wobei sie abbrennen und der Partikelfilter 3 sich gleichzeitig regeneriert. Im NOx-Speicherkatalysator 4 wird NOx adsorbiert, wobei es bei einer fetten Abgaszusammensetzung, die von der Brennkraftmaschine eingestellt wird, durch eine 3-Wegebeschichtung reduziert wird. Diese Maßnahmen, d. h. das Anfetten, erfolgen während der Durchströmung mit dem Abgas, beispielsweise in vorbestimmten zeitlichen Abständen.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2, bei dem gleiche oder vergleichbare Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen sind, ist der Oxidationskatalysator 2 in Kombination mit dem Partikelfilter 3 angeordnet, z. B. an der Einlaßseite angeordnet. Der Oxidationskatalysator 2 kann auch in den einlaßseitigen Bereich des Partikelfilters 3 integriert sein, z. B. durch eine Oxidationskatalysator-Beschichtung der Einlaßseite oder des einlaßseitigen Bereichs des Partikelfilters. Hierdurch wird eine kompakte und kleine Bauweise erreicht, wobei der vorhandene Bauraum eingespart oder effektiver ausgenutzt wird.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 3, bei dem gleiche oder vergleichbare Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen sind, ist der NOx-Speicherkatalysator 4 in Kombination

mit dem Partikelfilter 3 an dessen Auslaßseite und/oder Einlaßseite angeordnet oder in den Partikelfilter 3 integriert. Hierbei kann der NO_x-Speicherkatalysator 4 durch eine NO_x-Speicherkatalysator-Beschichtung gebildet sein, mit der die Auslaßseite und/oder die Einlaßseite und/oder der Eingangsbereich und/oder Ausgangsbereich oder der Strömungsdurchgang des Partikelfilters 3 beschichtet ist.

Eine besonders kompakte Bauweise wird erreicht, wenn der Oxydationskatalysator 2 und der NO_x-Speicherkatalysator 4 in Kombination mit dem Partikelfilter 3 angeordnet sind, wie es Fig. 4 zeigt, in der gleiche oder vergleichbare Bauteile ebenfalls mit dem gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind. Bei dieser Anordnung bzw. Ausgestaltung kann der Oxydationskatalysator 2 an der Einlaßseite angeordnet oder im Bereich der Einlaßseite in den Partikelfilter integriert sein, und der NO_x-Speicherkatalysator 4 kann an der Auslaßseite des Partikelfilters 3 oder in dessen auslaßseitigen Bereich integriert sein. In jeweils beiden Fällen kann der Oxydationskatalysator 2 durch eine Oxydationskatalysator-Beschichtung gebildet sein, mit der der Partikelfilter 3 einlaßseitig oder im Bereich seiner Einlaßseite beschichtet ist, und der NO_x-Speicherkatalysator 4 kann durch eine NO_x-Speicherkatalysator-Beschichtung gebildet sein, mit der der Partikelfilter 3 auslaßseitig oder im Bereich seiner Auslaßseite beschichtet ist.

Da im Kraftstoff enthaltender Schwefel für einen Oxydationskatalysator 2 und einen NO_x-Speicherkatalysator 4 schädlich ist, ist es bei allen vorbeschriebenen und noch zu beschreibenden Ausführungsbeispielen vorteilhaft, der Vorrichtung zum Reinigen des Abgases eine Schwefel-Verminderungsvorrichtung zuzuordnen, die in der Strömungsrichtung 5 vor dem Oxydationskatalysator 2 anzuordnen ist. Eine solche vorgeschaltete Schwefel-Verminderungsvorrichtung kann durch eine Schwefelfalle 9 gebildet sein, mit der in an sich bekannter Weise SO_x adsorbiert wird, wie dies in der Fig. 5 dargestellt ist. Eine vorgeschaltete Schwefel-Verminderungsvorrichtung, insbesondere eine Schwefelfalle 9, kann auch bei allen anderen Ausführungsbeispielen vorgeschaltet sein, was nicht dargestellt ist.

Fig. 6 zeigt in schematischer Darstellung die Integration von Ox-Katalysator und NO_x-Adsorber auf dem Filter anhand zweier Beispiele A und B. Dargestellt ist ein Filter 10, bestehend aus einer Vielzahl von Filterelementen 11, die hier mit einem beispielhaften quadratischen Querschnitt dargestellt sind. Andere Querschnittsformen, beispielsweise ein rechteckigen, runder oder ovaler Querschnitt sind möglich und können entsprechend der Anforderung eingesetzt werden.

Im unteren Teil der Fig. 6 sind zwei mögliche Varianten A und B der Beschichtung eines Filterelements beispielhaft dargestellt. Eine poröse Filterwand 12, die üblicherweise aus einem keramischen Werkstoff beschaffen ist, bildet das rohrförmige Filterelement 11, in dessen Inneres das zu reinigende Abgas eintritt, dargestellt durch einen schwarzen Pfeil. Das Abgas tritt durch die beschichtete Filterwand 12 nach außen, dargestellt durch die abknickenden Pfeile, wobei das Abgas mit dem Durchtreten durch die Filterwand 12 gereinigt wird. Das gereinigte Abgas, dargestellt durch einen weißen Pfeil, tritt dann aus dem aus Filterelementen 11 bestehenden Filter 10 aus (nicht dargestellt).

In der Variante A weist das Filterelement 11 eingangsseitig eine Platin-Beschichtung 13 auf, die auf der äußeren Eintrittsseite des Innenraums des Filterelements 11 aufgebracht ist. Ferner ist die anschließende Innenseite des Filterelements 11 mit einer NO_x-Speicherbeschichtung 14 versehen. Üblicherweise ist die NO_x-Speicherbeschichtung nur auf der Rohrrinnenseite der Wand 12 aufgebracht, da der stirnseitige Verschluß 15 des Filterelements aus Stabilitätsgrün-

den aus einem Stopfen einer Dicke von bis zu 20 mm besteht, während die Wanddicke des porösen Rohres ca. 1–2 mm beträgt. Bei der Verwendung eines dünneren Verschlusses 15 kann allerdings auch dieser mit einer NO_x-Speicherbeschichtung versehen sein. Die Außenseite des Filterelements 11 ist mit einer 3-Wege-Beschichtung 16 versehen, so daß Abgas zuerst die Pt-Beschichtung passiert 12, dann die NO_x-Speicherbeschichtung 14 und anschließend die 3-Wege-Beschichtung 16 durchströmt.

Die Variante B weist ebenfalls eingangsseitig einen Pt-Beschichtung 13 auf. Daran anschließend folgt innenseitig von innen nach außen eine NO_x-Speicherbeschichtung 14 und eine innere 3-Wege-Beschichtung 17. Auf der Außenseite der porösen Wand 12 ist eine weitere NO_x-Speicherbeschichtung 18 sowie daran anschließend eine äußere 3-Wege-Beschichtung 16 aufgebracht. Auch hier ist eine beidseitige Beschichtung des Rohrverschlusses 15 möglich.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Abgasleitung
- 2 Oxydationskatalysator
- 3 Partikelfilter
- 4 NO_x-Speicherkatalysator
- 5 Strömungsrichtung
- 6 Gehäuse
- 7 Gehäuse
- 8 Gehäuse
- 9 Schwefelfalle
- 10 integrierter Ox-/NO_x-Speicher-Filter
- 11 Filterelement
- 12 Wand
- 13 Pt-Beschichtung
- 14 innere NO_x-Speicher-Beschichtung
- 15 Verschluß
- 16 äußere 3-Wege-Katalysator-Beschichtung
- 17 innere 3-Wege-Beschichtung
- 18 äußere NO_x-Speicher-Beschichtung

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Reduzieren von schädlichen Bestandteilen im Abgas einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Diesel-Brennkraftmaschine, mit einer Abgasleitung (1), in der in der Strömungsrichtung (5) hintereinander zunächst ein Oxydationskatalysator (2) und dann ein Partikelfilter (3) zum Filtern von im Abgas enthaltenen Partikeln angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Abgasleitung (1) in der Strömungsrichtung (5) hinter dem Oxydationskatalysator (2) ein NO_x-Speicherkatalysator (4) angeordnet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der NO_x-Speicherkatalysator (4) in der Strömungsrichtung (5) hinter dem Partikelfilter (3) angeordnet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Partikelfilter (3) und der NO_x-Speicherkatalysator (4) in einer direkt hintereinander angeordneten Kombination angeordnet sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der NO_x-Speicherkatalysator (4) in den Partikelfilter (3) integriert ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der NO_x-Speicherkatalysator (4) durch eine NO_x-Speicher-Beschichtung (14, 18) gebildet wird.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der NO_x-Speicher ein 3-Wege-Beschich-

- tung aufweist, die in Strömungsrichtung hinter der NOx-Speicher-Beschichtung aufgebracht ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die NO_x-Speicherkatalysator-Beschichtung bezüglich des Partikelfilters (3) an dessen Einlaßseite und/oder Auslaßseite und/oder einlaßseitig und/oder auslaßseitig oder durchgehend angeordnet ist. 5
8. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Oxydationskatalysator (2) in den Partikelfilter (3) integriert ist. 10
9. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Oxydationskatalysator (2) durch eine Oxydationskatalysator-Beschichtung (13) gebildet wird.
10. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung in einem gemeinsamen Filter 11 realisiert ist, der eine Vielzahl beschichteter Filterelemente (11) aufweist. 15
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die NOx-Speicher-Beschichtung (13) einlaßseitig des Filterelements (11) angeordnet ist. 20
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Partikelfilter (3) durch strömungsdurchlässige Wand (12) gebildet wird.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß ein Filterelement (11) einlaßseitig mit der Oxydationskatalysator-Beschichtung (13) und der NOx-Speicher-Beschichtung (14) sowie auslaßseitig mit der 3-Wege-Beschichtung (16) versehen ist. 25
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß einlaßseitig in Strömungsrichtung nach der NOx-Speicher-Beschichtung (14) eine 3-Wege-Beschichtung (17) angeordnet ist. 30
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß auslaßseitig in Strömungsrichtung vor der 3-Wege-Beschichtung (16) eine weitere NOx-Speicher-Beschichtung angeordnet ist. 35
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß ein Filterelement (11) weitere NOx-Speicher-Beschichtungen und 3-Wege-Beschichtungen aufweist. 40
17. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorrichtung eine Schwefel-Verminderungsvorrichtung zum Vermindern des Schwefels im Abgas zugeordnet ist, die in der Strömungsrichtung (5) dem Oxydationskatalysator (2) vorgeordnet ist. 45
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwefel-Verminderungsvorrichtung durch eine Schwefelfalle (9) gebildet ist. 50

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

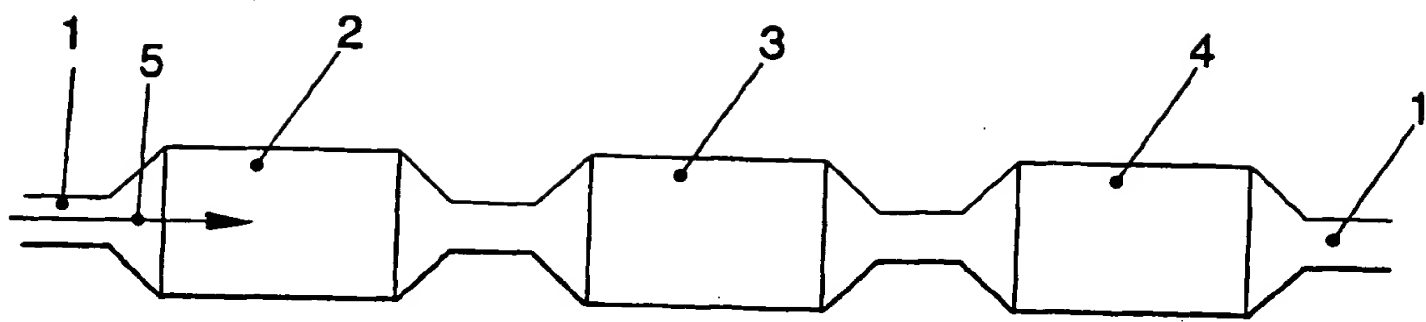


FIG. 1

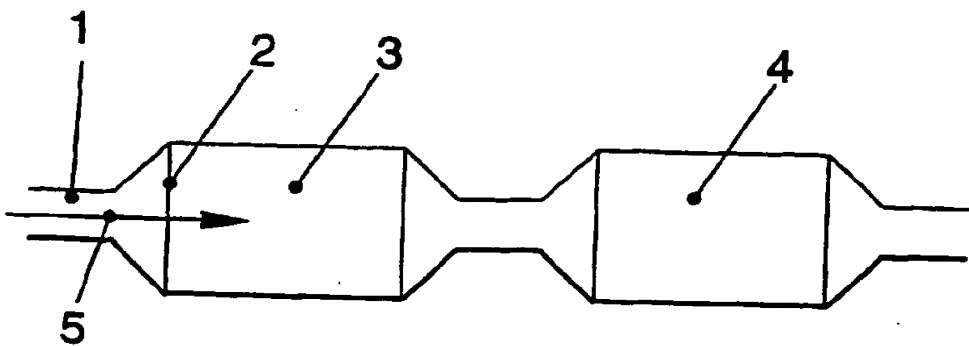


FIG. 2

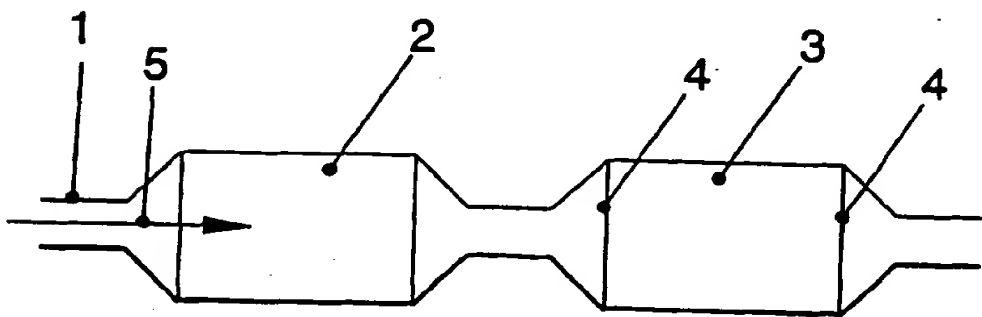


FIG. 3

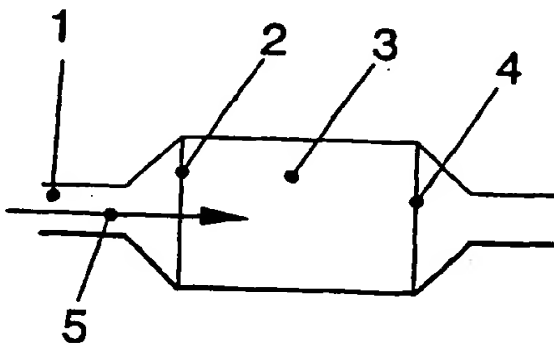


FIG. 4

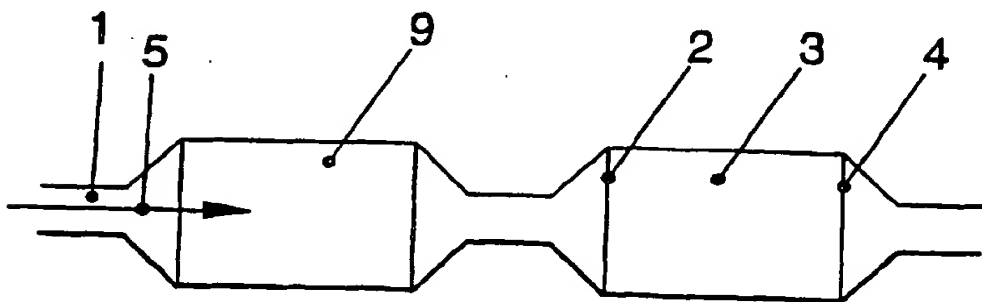


FIG. 5

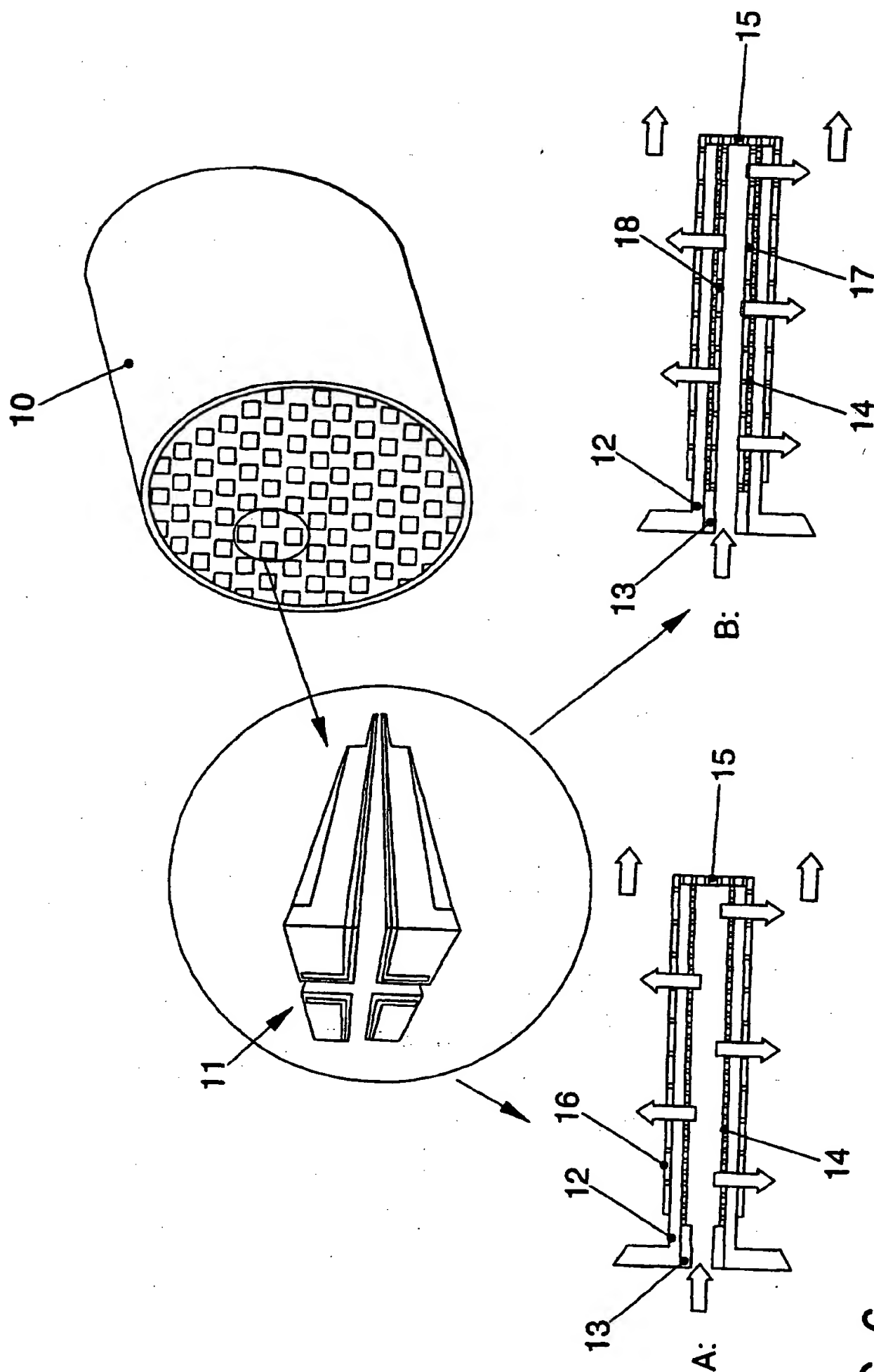


FIG. 6